

次世代複合材創製・成形技術開発①、②及び③ (終了時評価)

2020年度～2024年度 5年間

プロジェクトの概要 (公開版)

2025年10月14日

プロジェクト全体概要



次世代複合材創製・成形技術開発①～⑥

プロジェクトの概要

航空機のCO₂排出量削減、環境適合性向上、整備性向上といったICAO等からの要請に応えるため、複合材等の技術開発を実施する。今後の航空機需要の70%を占めると予想されている次世代細胴機の製造プロセスで必須となる熱可塑性CFRPと、熱可塑性CFRPを用いた低コスト・高レートな構造部材の成形組立技術、並びにエンジン効率向上に繋がるCMC部材を開発する。これにより航空機の軽量化とエンジン効率の向上による燃費改善を達成し、CO₂排出量の削減を目指すとともに、あわせて海外OEMからの次世代細胴機の製造分担量の増加を目指す。

想定する出口イメージ等

アウト プット目標 (一部抜粋)	①複合材時代の理想機体構造を実現する機体設計技術の開発 アルミをCFRPで置き換えただけの従来構造とは異なる新しい機体設計コンセプトをシミュレーションにより提案するための技術を開発する ②熱可塑性CFRPを活用した航空機用軽量機体部材の高レート成形技術の開発 高度な一体成形、さらなる軽量化、高レートな大型部材成形技術を確立する ③航空機部品における複合部材間および他材料間の高強度高速接合組立技術の開発 ファスナー使用箇所の半減およびアルミ機体と同等以上の生産技術を開発する ※④⑤⑥は2023年度に終了のため対象外 ④超高性能SiC繊維の品質安定性向上に向けた開発 引張強度3.0GPa以上、2700°F（1482°C）×400時間曝露後、強度低下20%以下を満足し、高温クリープ特性に優れたSiC繊維を開発する。 ⑤1400°C級CMC材料の実用化研究開発 室温引張強度300MPa以上、1400°C×400時間曝露後、強度低下20%以下を満足するCMC部材を開発する。 ⑥高レート・低コスト生産可能なCMC材料およびプロセス開発 現行と比較して生産レート10倍向上を可能とする材料及びプロセス技術を開発する。
	アウトカム目標 本事業で開発した成果が次世代航空機に搭載され、軽量化とエンジンの高効率化による燃費の改善が図られることにより、2040年において、1500万トンのCO₂削減が期待される。

事業計画

期間： 2020～2024年度 （5年間） 総事業費（NEDO負担分）： 52億円 （委託、助成） うち ①～③ ： 34億円 （委託、助成）						
＜研究開発スケジュール・評価時期・想定する予算規模＞						
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
研究開発 項目① (委託)	①複合材時代の理想機体構造を実現する機体設計技術					
研究開発 項目②～③ (助成)	②熱可塑性CFRPを活用した高レート成形技術の開発 ③複合部材間および他材料間の高強度高速接合組立技術の開発					
研究開発 項目④～⑥ (助成)	④更なる高性能SiC繊維の開発 ⑤(1)1400°C級CMC材料の開発	⑤(2)1400°C級CMC材料開発	⑥高レート・低コスト生産可能なCMC材料とプロセス開発			
評価			中間 評価	事後 評価		事後 評価
予算（億円）	8.8	13.4	13.9	8.8	7.1	

本事業（①～③）の全体像



研究開発項目② 成形

②-1新明和工業

- ・フロアパネル（波板サンドイッチ構造）
- ・客室頭上パネル

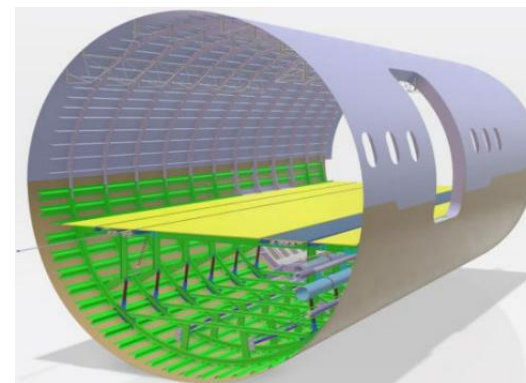
②-2ジャムコ

- ・ストリンガー（長尺部材）
- ・フレーム（湾曲部材）

②-3川崎重工

- ・スキンとストリンガ（一体成型）
- ・ウィンドウフレーム（湾曲部材）

熱可塑性樹脂を共用
（東レ:T700/ LM-PAEK）



<https://www.iadf.or.jp/document/pdf/2023-4.pdf>

研究開発項目③ 接合

③東レ

- ・熱溶着可能な熱硬化性CFRP
- ・高速非破壊検査

研究開発項目① 設計

①東北大学

- ・シミュレーションツールの開発
- ・バーチャルテスト技術開発

- ・東北大学が事業全体を協調領域としてカバー
- ・各事業者から得たデータをデータベースに蓄積
→シミュレーションの精度をより向上させる

< 評価項目 1 >
社会実装までの道筋

- (1) アウトカム達成までの道筋
- (2) 知的財産・標準化戦略

< 評価項目 2 >
達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

< 評価項目 3 >
マネジメント

- (1) 実施体制
- (2) 研究開発計画

< 評価項目 1 >

意義・アウトカム（社会実装）達成までの道筋

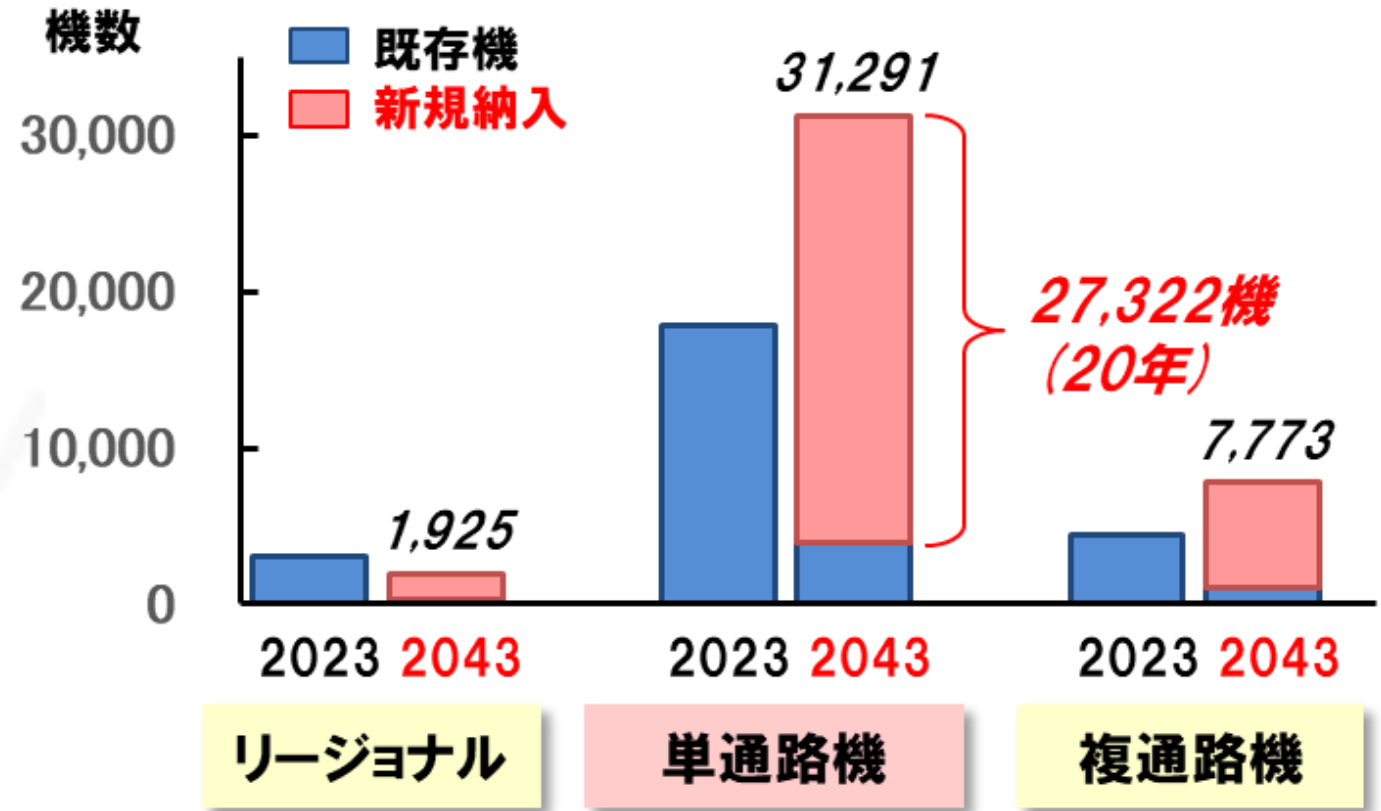
（※） 本事業の位置づけ・意義 （評価対象外）

（１） アウトカム達成までの道筋

（２） 知的財産・標準化戦略

本事業の背景（民間航空機に関する市場予測）

- ・世界の民間航空機市場は、コロナ終息後に旅客需要は回復
- ・単通路機（ナローボディ機、細胴機）の需要が最も大きい
→ B737MAX、A320後継など
- ・今後20年間で**約27,000機**の新規納入が予測されている
- ・将来の航空機産業を支える新たな技術を開発し、仕込むには今が好機



出典：JADC（日本航空機開発協会） 民間航空機に関する市場予測 2023-2043（2024年3月）
http://www.jadc.jp/files/topics/196_ext_01_0.pdf

本事業の目的

【本事業の狙い】

「航空機の燃費改善、環境適合性向上、整備性向上、安全性向上といった要請に応えるため、**複合材料等の関連技術開発を中心として、航空機に必要な信頼性・コスト等の課題を解決するための要素技術を開発**する。今後の航空機需要の70%を占めると予想されている細胴機の製造プロセスで必須となる、**複合材を用いた部材の低コスト・高レートな新しい成形組立技術の確立**を目指す。これにより、航空機の燃費改善によるエネルギー消費量とCO₂排出量の削減、整備性向上、安全性の向上並びに我が国の部素材産業及び川下となる加工・製造産業の国際競争力強化を目指す。」

【研究開発の目標】

①アウトプット目標（2024年度末までに）

次世代航空機に搭載され、大幅なエネルギー消費量とCO₂排出量の削減に資する**先進的な構造材料及び成形組立技術を確立**する。

②アウトカム目標（2025年度以降）

本事業で開発した成果が次世代航空機に搭載され、軽量化とエンジンの高効率化による燃費改善が図られることにより、**2040年において、1500万tのCO₂削減が期待される。**

（基本計画からの一部抜粋）

政策・施策における位置づけ

1. 「科学技術イノベーション総合戦略」、「エネルギー・環境イノベーション戦略」

内閣府が主催する総合科学技術・イノベーション会議で2017年に策定された「科学技術イノベーション総合戦略」や「エネルギー・環境イノベーション戦略」等に則り、構造材料の飛躍的な軽量化等によって航空機のエネルギー利用効率の向上を目指すために実施するものである。

2. 「革新的環境イノベーション戦略」

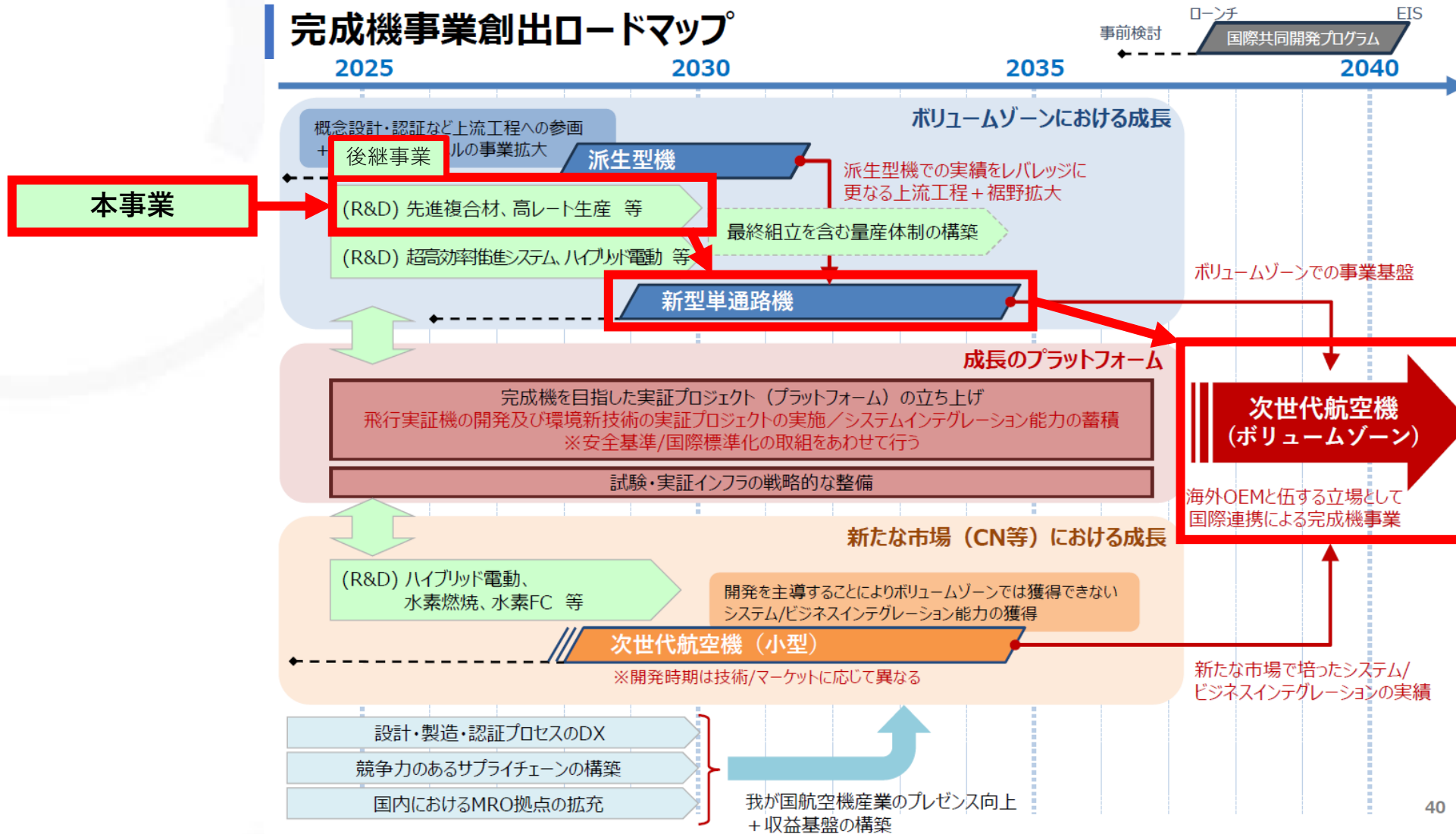
内閣府が主催する統合イノベーション戦略推進会議で2020年に策定された「革新的環境イノベーション戦略」には、運輸分野の温室効果ガス削減のため、航空機分野で燃費向上に資する機体やエンジンの材料軽量化等の開発を進めることが謳われている。

3. 「航空機産業戦略」

産業構造審議会 製造産業分科会 航空機産業小委員会で2024年に策定された「航空機産業戦略」において、次期単通路機開発の参画に必要な要件として今までにない高レート生産技術の開発が重要であると謳われており、本事業はこの方針に適うものである。

→本事業の位置づけが確認された。

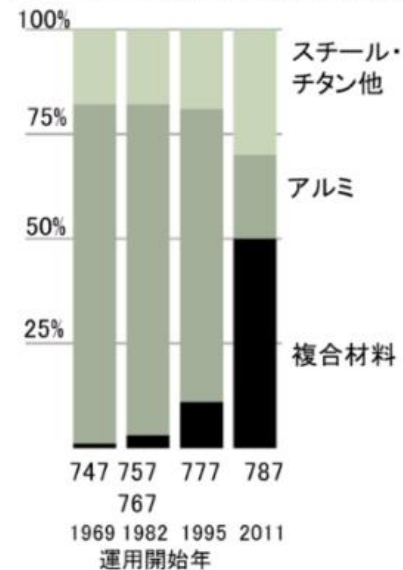
技術戦略上の位置づけ（航空機産業戦略） 2024年4月



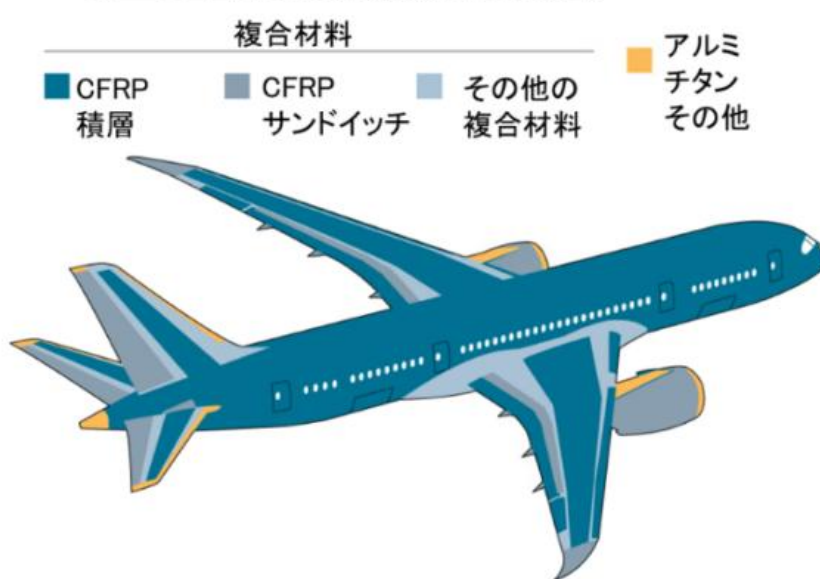
技術戦略上の位置づけ（熱可塑性樹脂への期待）

- ・ CFRP(Carbon Fiber Reinforced Plastics)とは、炭素繊維を樹脂で固めた複合材料であり、アルミ合金より軽量で強度が高く、航空機に幅広く使用されるようになってきた。(左図参照)
- ・ B787やA350に使用される構造材料はアルミ合金から熱硬化性CFRPに置き換えが進み機体が軽量化された。現在開発されている新型単通路機では、より生産性が高く低コストを可能にすると期待される**熱可塑性CFRP**を適用するため、世界で技術開発が盛んに行われている。(右図参照)

ボーイング機の材料適用割合

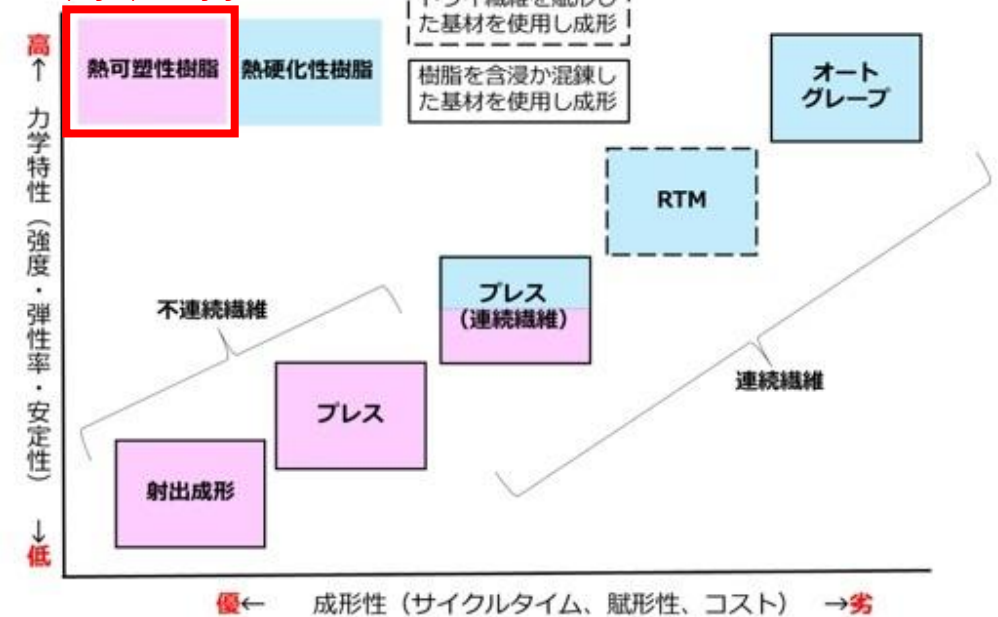


ボーイングB787の外板構造の材料分布



出典：(株)先進技術研究所HP

本事業の対象



出典：アイアール技術者教育研究所HP

国内外の動向と比較（CFRP関連の動向）

プロジェクト

特徴

技術レベル



「Clean Sky 2」 (2014-2020)
「Clean Aviation」 (2021-2031)

- ・ 新型単通路機への適用
→ A320後継機
- ・ 熱可塑性CFRPに注力
- ・ エアバス社、EASAと連携

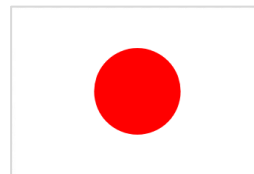
・ Wing of Tomorrow（エアバス）、Fuselage of Tomorrow（エアバス）、TAPAS（エアバス）など熱可塑性CFRPを用いた大型機体構造などを積極採用する研究が進んでいる。
TRL6-7



HiCAM(NASA主導) 2021-

- ・ 新型単通路機への適用
- ・ 月産80機製造を目標
- ・ ボーイング社、FAAと連携

・ RTMや熱可塑性材料、非破壊検査、モデルベース工学ツールなど研究が進んでいる。TRL4-5



本プロジェクト

- ・ 炭素繊維生産世界トップ
- ・ CFRP部品生産世界トップ
- ・ 新型単通路機への参画目標

・ 熱硬化性CFRPの材料開発と構造材の生産では世界トップレベル
・ 熱可塑性CFRPは欧米に遅れておりキャッチアップが必要。TRL3-4

アウトカム（社会実装）達成までの道筋

アウトプット目標

2025

2030

アウトカム目標

2040

航空機メーカーとの連携、材料・プロセス認定、要素技術の成熟度向上と実績作り

本プロジェクト協調領域

研究開発項目①
複合材時代の理想機体構造を実現する機体設計
技術の開発

ツール開発

研究開発項目②
熱可塑性CFRPを活用した航空機用軽
量機体部材の高レート成形技術の開発

成形技術開発

研究開発項目③
航空機部品における複合部材間および他材
料間の高強度高速接合組立技術の開発

接合組立技術開発

成長のプラットフォーム

後継プロジェクト
航空機向け革新複合材共通基盤技
術開発事業(2025-2029)

TiADコンソーシアム

NEDO講座 人材育成

ボリュームゾーンにおける成長

製造工程確立・量産技術開発

新たな市場における成長

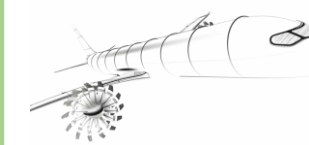
次世代モビリティに関する
先導研究 (2025-2027)

社会実装・実用化・事業化

新型単通路機に適用



出典：BOEING HP



出典：AIRBUS HP

CO₂排出
量削減

波及効果

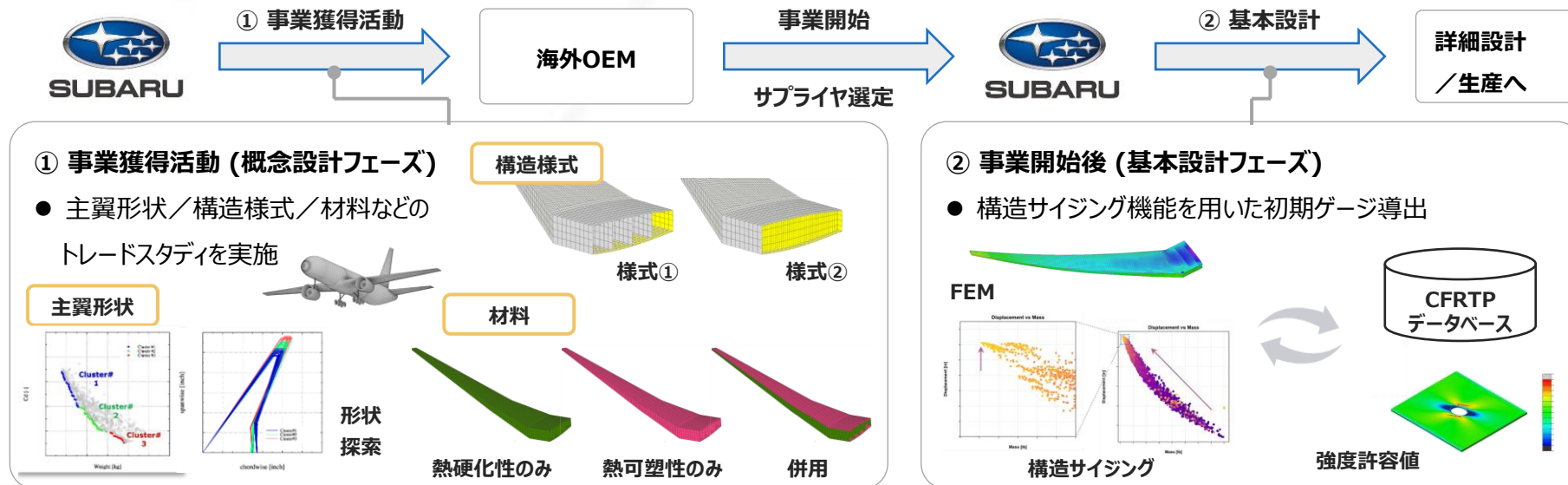
技術的・経済的效果

社会的効果

人材育成

アウトカム（社会実装）達成までの道筋

項目	概要
TiAD-DX ツール 活用場面／活用方法	① 事業獲得活動（概念設計フェーズ） 主翼形状／構造様式／材料などのトレードスタディを実施し、海外OEMに対する提案活動を行う ② 事業開始後（基本設計フェーズ） 事業開始後の基本設計フェーズにおいても、構造サイジング機能を用いた初期ゲージ導出用途に活用する
TiAD-DX ツール 活用成果（社会実装）	① 事業獲得活動（概念設計フェーズ） 積極的なコンセプト提示によって設計能力のアピールが可能となり、上流工程からの事業参画に繋がる ② 事業開始後（基本設計フェーズ） ツール活用により、トライ&エラー回数の削減や手戻り減が達成され、開発コスト低減が実現される
TiAD-DX ツール 特有のメリット	- モデル作成や解析実行が自動化されており、大規模トレードスタディを低コストに実施可能であることは大きな優位性を誇る - 熱可塑性複合材のデータベースが設計ツールと統合されており、設計現場で用いられる強度許容値に基づきながら熱硬化性／熱可塑性複合材の最適設計が実施できる点は本ツールならではと言える



知的財産管理

●知財委員会

委託事業の場合（研究開発項目①）は、委託先及び再委託先（共同実施含む）間の知財の取り扱いに関する合意事項が含まれる文書（**知財合意書**）を作成し、また、委託先及び再委託先（共同実施含む）からな「**知財委員会**」を整備し、知財の取り扱いや方針等を決定する体制を整備

●研究成果の帰属先

NEDOの事業運営において、助成事業の実施により得られた知的財産権等の研究成果は助成先に帰属することから、事業者の事業戦略を優先する方針とする。

●オープン・クローズ戦略

基礎的で広く産業の発達に寄与する技術は公開（特許/論文など）
 実用化技術（設計情報等）は非公開
 （ノウハウ秘匿or限定開示）

●知的財産権の帰属

委託事業と補助・助成事業



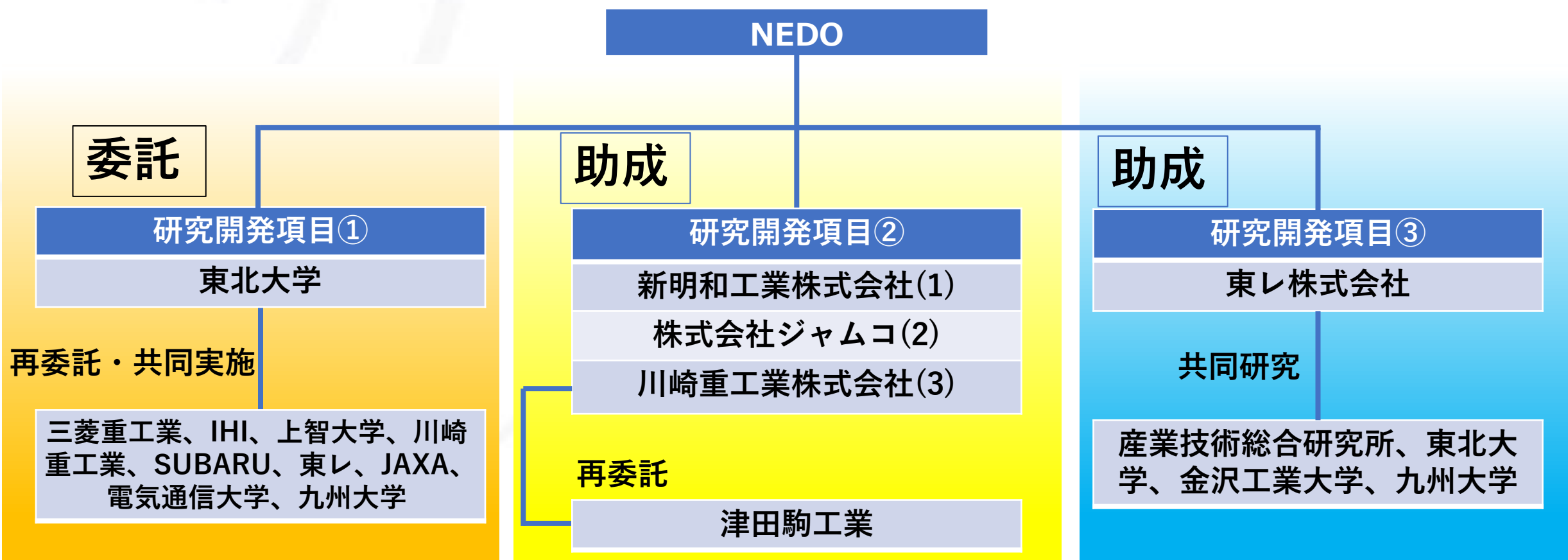
項目	委託（共同研究含む）	補助・助成
事業の主体	NEDO	事業者
事業の実施者	委託先	事業者
取得資産の帰属	NEDO （約款20条1項該当）	事業者
事業成果 （知的財産権）の帰属	NEDO バイ・ドール条項遵守の 場合は委託先帰属（注）	事業者
収益納付	なし	あり

（注）実証事業及び調査事業の委託では、約款上バイ・ドール条項に関する規定はない。

NEDO Web 掲載「知的財産権に関する説明資料（2022年7月版）抜粋

知的財産管理

- ・ 研究開発項目①は、研究項目ごとに「**知財及びデータの取り扱いについての合意書**」を締結（計2つ）
- ・ 知財合意書に基づいて設置された知財委員会において、内容を審議（弁理士が同席するなど）



< 評価項目 2 > 目標及び達成状況

- (1) アウトカム目標及び達成見込み
- (2) アウトプット目標及び達成状況

実用化の考え方とアウトカム目標の設定及び根拠

「実用化」の考え方

本事業における実用化とは、当該研究開発で開発した「熱可塑CFRP」に係る設計ツール、航空機品質での部品製造技術、接合技術・サービス等が、検証と妥当性確認を明確に実行されて、実用に供される基準に達していることを実用化と定義する。

アウトカム目標	根拠
本事業①～⑥で開発した成果（CFRP及びCMC）が、次世代航空機に搭載され、 2040年 において、CO ₂ 排出量を 1500万トン 削減する。	・ 2017年の細胴機1機あたりCO₂排出量は約31,000ton（JADC資料から推定） ・ 2040年の新規細胴機運行数は約6,000機（Frost & Sullivan市場データより） ・ 最大離陸重量として5%軽量化（日本航空機開発協会の試算による） →燃費は5%向上すると想定（ブレゲーの式） CFRP事業（研究開発項目①～③）においては、 CO₂削減量＝約31,000ton×約6,000機×5%＝約900万トン 同様に、CMC事業（研究開発項目④～⑥）においては、約600万トン削減 →合算で1500万トン削減

アウトカム目標の達成見込み

	現状の課題	達成見込み
製品イメージ (フロアパネルなどの二次構造から将来的に一次構造材へ拡大)	海外OEMのニーズを満足させるため、世界の主要航空局からの材料・生産認定が課題。	大型部材の高レート成形＋ファスナーレス組立を確立。後継プロジェクトなどを通じ材料・生産認定は達成見込み
競合技術 (熱硬化CFRPやアルミ)	性能面での優位性はあるが、高レート生産・低コスト施工技術に課題。熱硬化CFRPやアルミは既存サプライチェーンが強固で、価格競争力に課題。	後継プロジェクトなどを通じ他社を凌ぐCFRP部材の高レート生産化による低コスト化を達成し、商品化を行う見込み。認証・標準化が進めば、熱硬化CFRPに代わる主要技術候補になりうる。
量産化	大型部材では残留応力・歪み管理が難しく、品質安定性に課題。 高レート量産化技術とコスト競争力の確立に課題。	後継プロジェクトなどを通じ高レート生産に対応した量産化技術を達成見込み 床パネルや二次構造材については量産適用が十分に見込まれる。



次世代航空機に搭載され**2040年**において、CFRP事業として
CO₂排出量を**900万トン**/年削減を目指す。

費用対効果

【インプット】

- ・ 事業費用の総額 約52億円（2020年～2024年）
うち①～③は、約34億円

【アウトカム達成時】

- ・ CO₂削減効果 約1500万ton/年
うち①～③は、約900万ton/年

（参考：2023年度の日本のCO₂排出量は約10億1,700万トン）

https://www.env.go.jp/press/press_04797.html

アウトプット（終了時）目標の設定及び根拠（①～③）



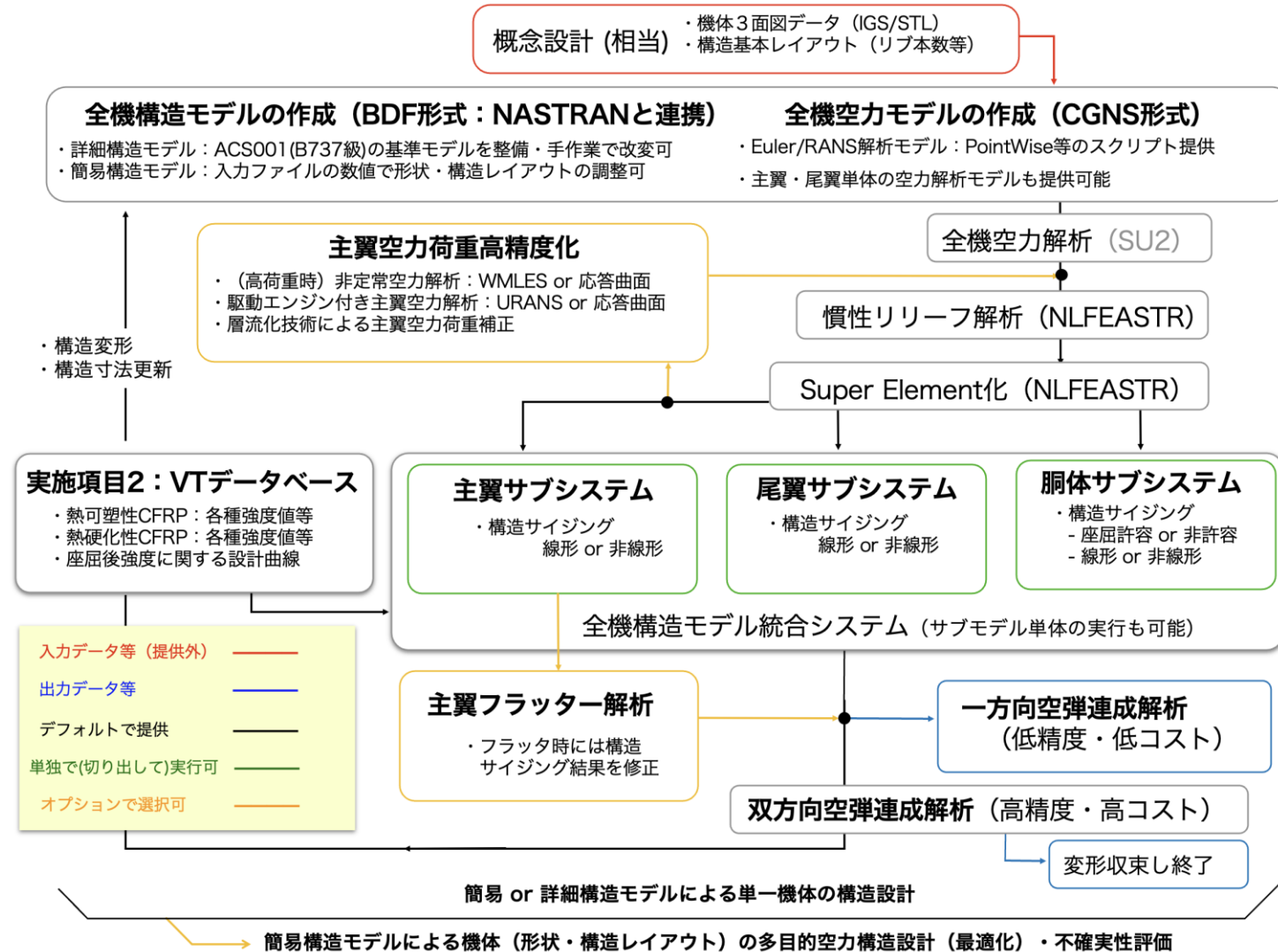
研究開発項目	基本計画に記載の最終目標（2025年3月）	設定根拠
①東北大学 「複合材時代の理想機体構造を実現する機体設計技術の開発」	・ 解析検証を終了し、数値シミュレーションの実用性を確認する。 ・ 数値シミュレーションツールをソフトウェア化し、最適設計技術として確立する。 ・ アルミニウムをCFRPで置き換えただけの従来の機体構造とは異なる新しい機体設計コンセプトの提案を目指す。	CAEの活用により、航空機設計の効率化とコスト削減が可能となり、構造認証や分野間連携の課題も改善できるため、シミュレーション技術の開発が重要である。
②新明和、ジャムコ、川崎重工業 「熱可塑性CFRPを活用した航空機用軽量機体部材の高レート成形技術の開発」	・ 超高速自動積層では、従来の熱硬化性CFRPと比較し5倍の生産性向上、熱硬化性CFRPと同等以上の軽量化、熱硬化性CFRPと同等以上の自動積層速度を達成する。 ・ 熱可塑性CFRPの特性を十分に活かし、熱硬化性CFRPでは達成できない高度な一体成形、さらなる軽量化、高レートな大型部材成形技術を確立し、成形の自動化を達成する。	熱可塑性CFRPの大型・複雑形状部材を高速かつ一体で成形する技術の確立が必要。これにより製造効率向上と構造設計の自由度が高まり、軽量・高強度な部材の実現が期待される。
③東レ 「航空機部品における複合部材間および他材料間の高強度高速接合組立技術の開発」	・ 溶着できる熱可塑性CFRPの特性を活かし、大型部品同士のファスナーレス組立技術等、熱硬化性CFRPや他材料も含んだ高強度高速接合組立技術を開発する。面溶着等により破壊強度30MPa以上を実現し、ファスナー使用箇所の半減および現行アルミニウム機体の組立と同等以上の生産性を可能とする技術開発を達成する。	熱可塑性CFRPの特性を活かし、高速・高強度な溶着組立技術や異種材料との接合技術の開発が求められている。これにより、従来の穿孔・締結による課題を解消し、機体設計の自由度と生産性を向上させることが可能となる。

アウトプット目標の達成状況 (①東北大学)

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

研究開発項目	基本計画に記載の最終目標	成果（実績）概要 (2025年3月時点)	達成度	達成の根拠
①	- 解析検証を終了し、数値シミュレーションの実用性を確認する。 - 数値シミュレーションツールをソフトウェア化し、最適設計技術として確立する。 - アルミニウムをCFRPで置き換えただけの従来の機体構造とは異なる新しい機体設計コンセプトの提案を目指す。	- 次期単通路機を想定したACS001モデルに対し、全機構造設計ツールを開発し、熱硬化性・熱可塑性CFRPを併用した構造最適化を可能とした。 - 開発された TiAD-DX ツール は SUBARU や 川崎重工 で設計時間を半減し、実機提案にも活用されつつある。 - さらにTC1225の試験データベースとXFEM解析コードを構築し、バーチャルテスト技術を開発した。	○	- 開発したバーチャルテストインテグレーションツールを用いてOHT・CAI強度を10%以内の誤差で実験値を再現することができた。 - 最適設計技術を確立し、メンバー各社の社内業務に展開されている。 - 材料選択、積層構成を始め、複合材のテーラリング性を考慮したプラットフォームになっており、熱可塑性樹脂、熱硬化性樹脂のハイブリッド構造を提案した。

アウトプット目標の達成状況 (①東北大学)

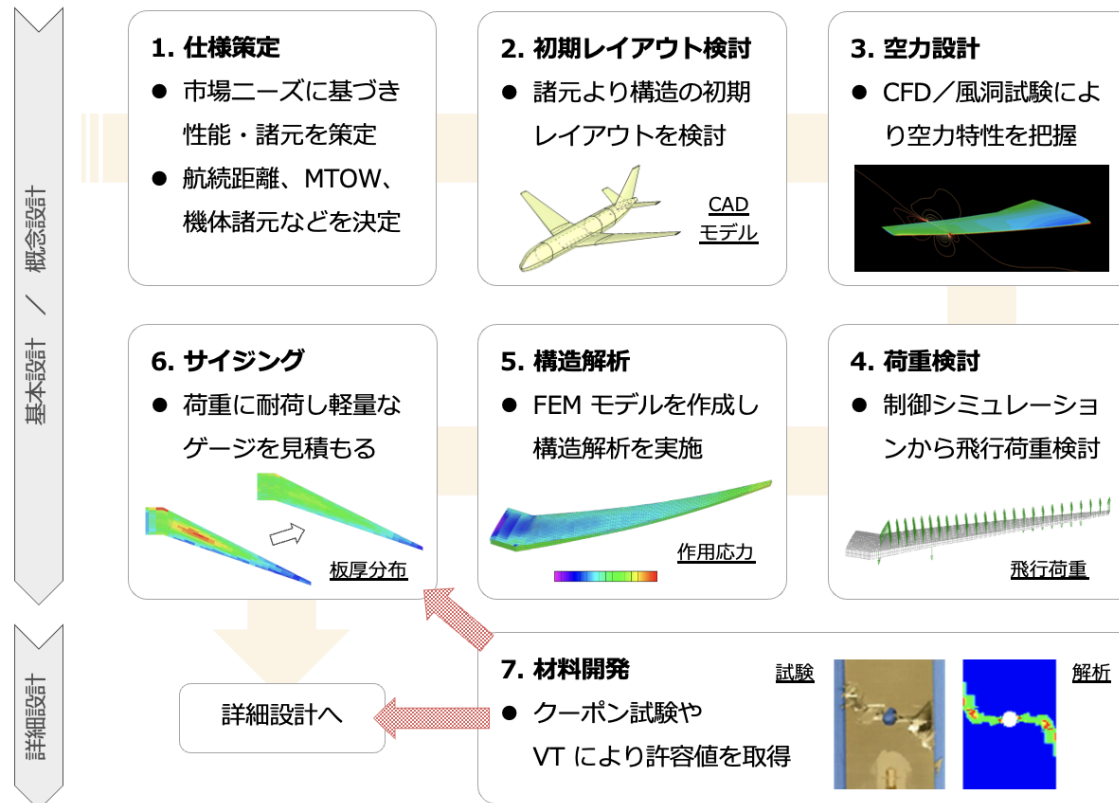


アウトプット目標の達成状況 (①東北大学)

□ (株) SUBARUでの活用想定

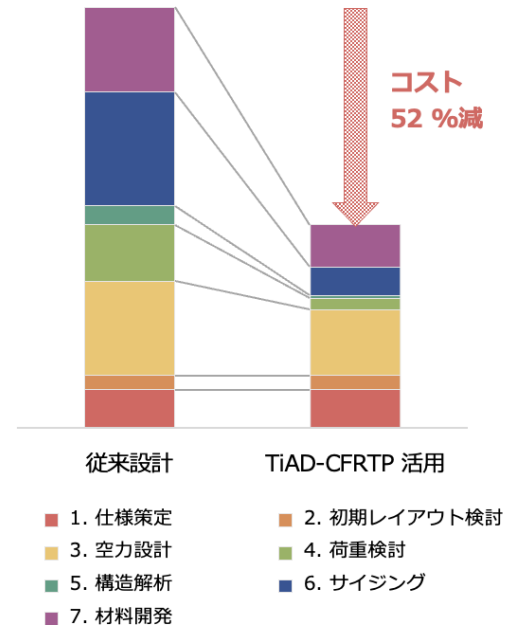
荷重検討・構造解析・サイジング・材料開発工程での効果が大きく、全体として **52 %** のコスト低減を実現可能

項目	概要
ツール活用場面	SUBARU では主翼および尾翼の 概念設計～基本設計フェーズ での活用を想定
作業工程	下図に示す 7 工程へ大別される
コスト低減効果	荷重検討・構造解析・サイジング・材料開発 工程での効果が大きく、 全体として 52 % のコスト低減 が可能である



◇ コスト低減効果の高いポイント

- CFD/FEM の自動モデリング
- 構造解析/サイジングの自動実行
- VT によるクーポン試験数削減





アウトプット目標の達成状況 (②新明和工業)

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、 ×未達

研究開発項目	基本計画に記載の最終目標	成果（実績）概要 （2025年3月時点）		達成度	達成の根拠
②	熱可塑性CFRPの特性を十分に活かし、熱硬化性CFRPでは達成できない高度な一体成形、さらなる軽量化、高レートな大型部材成形技術を確立し、成形の自動化を達成する。	(1)2,800mm×550mmの実大サイズの波板サンドイッチパネルの強度解析を実施し、機体OEMの要求を満足するフロアパネルの設計を完了させた。	①月産60機以上の生産対応	○	月産60機以上の生産対応可能な生産技術・自動化技術の要素検証が完了した
			②コスト20%低減（既存製品比）	○	コスト算出の結果20%低減の見通しを得た
			③衝撃吸収性30%増加（既存製品比）	○	強度試験にて、既存製品比で衝撃吸収性約40%の増加が確認された
			④重量10%低減（既存製品比）	○	実大サイズの供試体の試験結果から、詳細解析を実施し、重量12%低減の見通しを得た
		(2)実大サイズの供試体を、製造プロセスの自動化を図りつつ、成形接合プロセスを10分という高速で実施し、品質評価・強度試験を実施することで、次世代軽量フロアパネルの要求を満足することを実証した。		○	・実大サイズの供試体の製造に成功、内部品質良好で機体OEM要求の強度試験も合格した ・1パネルあたり4分での成形接合を可能にする、要素技術の検証が完了した

特許紹介 (新明和工業)

【出願情報】

【出願人】新明和工業株式会社

【発明の名称】パネル部材、パネル部材の製造方法、およびパネル部材の製造装置

【出願番号(出願日)】PCT/JP2023/12434(2023.3.28)

【公開番号(公開日)】WO2024/4301(2024.1.4)

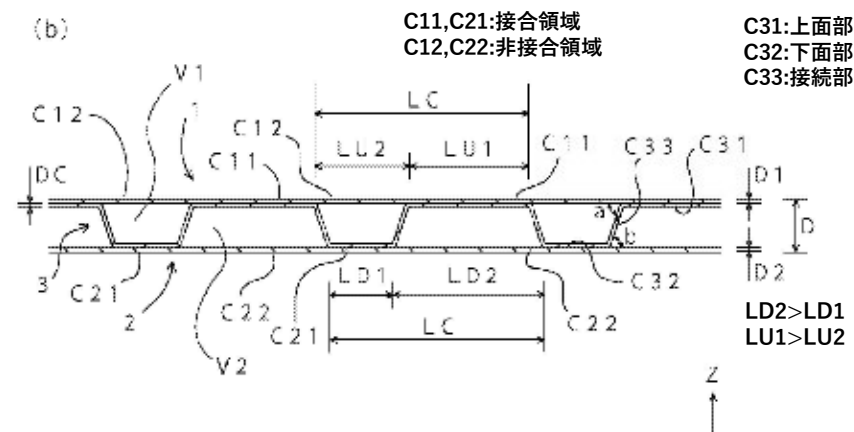
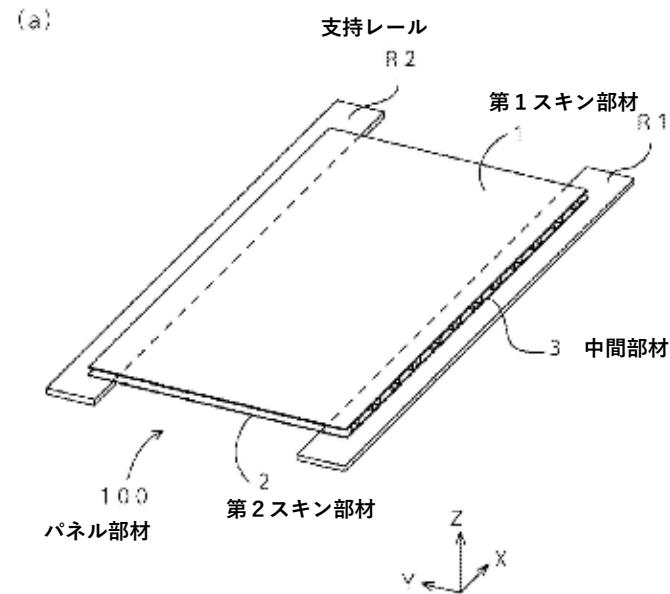
【ステータス】各国審査中

【出願国】日本、米国、欧州

【発明の概要】

【課題】軽量であり、かつ、外側からの衝撃に対する強度が大きいパネル部材を提供することを目的とする。

【解決手段】第1スキン部材1および第2スキン部材2が中間部材3に接合されていない非接合領域C12,C22を有していることにより空隙が形成され、軽量化がなされ、非接合領域C12,C22の占有割合を接合領域C11,C21よりも大きく($LD2 > LD1$, $LU1 > LU2$)することで、軽量化をさらに促進でき、接合領域C11,C21の大きい方のスキン部材1, 2を衝撃を受けやすい側に配置することで、衝撃を効果的に分散または吸収することで、高い耐久性能を発揮できる。



アウトプット目標の達成状況 (②ジャムコ)

研究テーマ(1) ストリンガーなどの長尺部材の成形技術開発

研究テーマ(2) フレームなどのカーブド部材の成形技術開発

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

研究開発項目	研究テーマ	成果（実績）概要	達成度	達成の根拠／解決方針
②	(1)	量産を想定した長尺用熱可塑連続成形装置の開発及び生産実証	○	量産工場に設置場所を確保し、設置完了及び成形試験実施済
		大型化、複雑化した長尺部材の品質安定	○	Ω型ストリンガー（5m）の生産性及び品質の安定性を確認済
		長尺部材二次成形の高レート化検討	○	Co-consolidation製法による成形サイクル短縮の見込みを得た
	(2)	量産時の生産性を評価する為の生産ライン構築及び成形加工技術の目途付け	○	試作機により、成形加工技術を確認
		自動積層技術の目途付け及び選定（高レート化に対応）	○	フレーム形状の高レート生産に適した自動積層技術の選定及びコンセプトを確立した

アウトプット目標の達成状況 (②ジャムコ)

研究テーマ① ストリンガーなどの長尺部材の成形技術開発

展示会等への出展 (一部川崎重工と共同)

2024年 nano tech 2024

2024年 Sampe Japan 優秀展示賞受賞

2025年 nano tech 2025

2025年 JEC Award (Aerospace process) Finalist



特許出願

2022年 1件PCT出願 (国内 1 海外3 : 合計 4)

アウトプット目標の達成状況 (②川崎重工業)

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

研究開発項目	(実施計画書に記載の最終) 目標	成果(実績)概要 (2025年3月時点)	達成度	達成の根拠／ 解決方針
A-1	【超高速度自動積層技術、装置の開発】 月産60機相当の高レート製造に対応できる自動積層能力（積層時の積層ヘッド移動速度：最大40m/min以上、2台以上のロボットによる積層）	構築した積層試験機により、目標である熱硬化性CFRPと同等以上の自動積層能力（積層時の積層ヘッド移動速度：最大40m/min以上、2台以上のロボットによる積層）の達成を確認した。	○	試作および品質確認により達成
B-1	【航空機用大型部材の革新的高速成形技術・一体成形技術の開発】 - 周方向長さ1,000mm以上、長さ1,500mm以上のスキン成形技術目途付け - 月産60機相当の高レート生産に対応した一体連続成形技術および湾曲部材成形技術開発 - 強度目標の達成 - スキン同士の周方向接合技術の目途付け	- 周方向長さ1,000mm以上、長さ1,500mm以上のスキン成形技術を習得した。 - 月産60機相当の高レート生産に対応した一体連続成形技術および湾曲部材成形技術を開発した。 - 強度目標を達成することで安定的な成形技術の目途を得た。 - スキン同士の周方向接合技術の目途を得た。	○	試作および品質確認により達成

特許紹介 (川崎重工業)

【出願情報】

【出願人】 川崎重工業株式会社

【発明の名称】 成形装置および成形方法

【出願番号(出願日)】 特願2021-115704(2021.7.13)

【公開番号(公開日)】 特開2023-12200(2023.1.25)

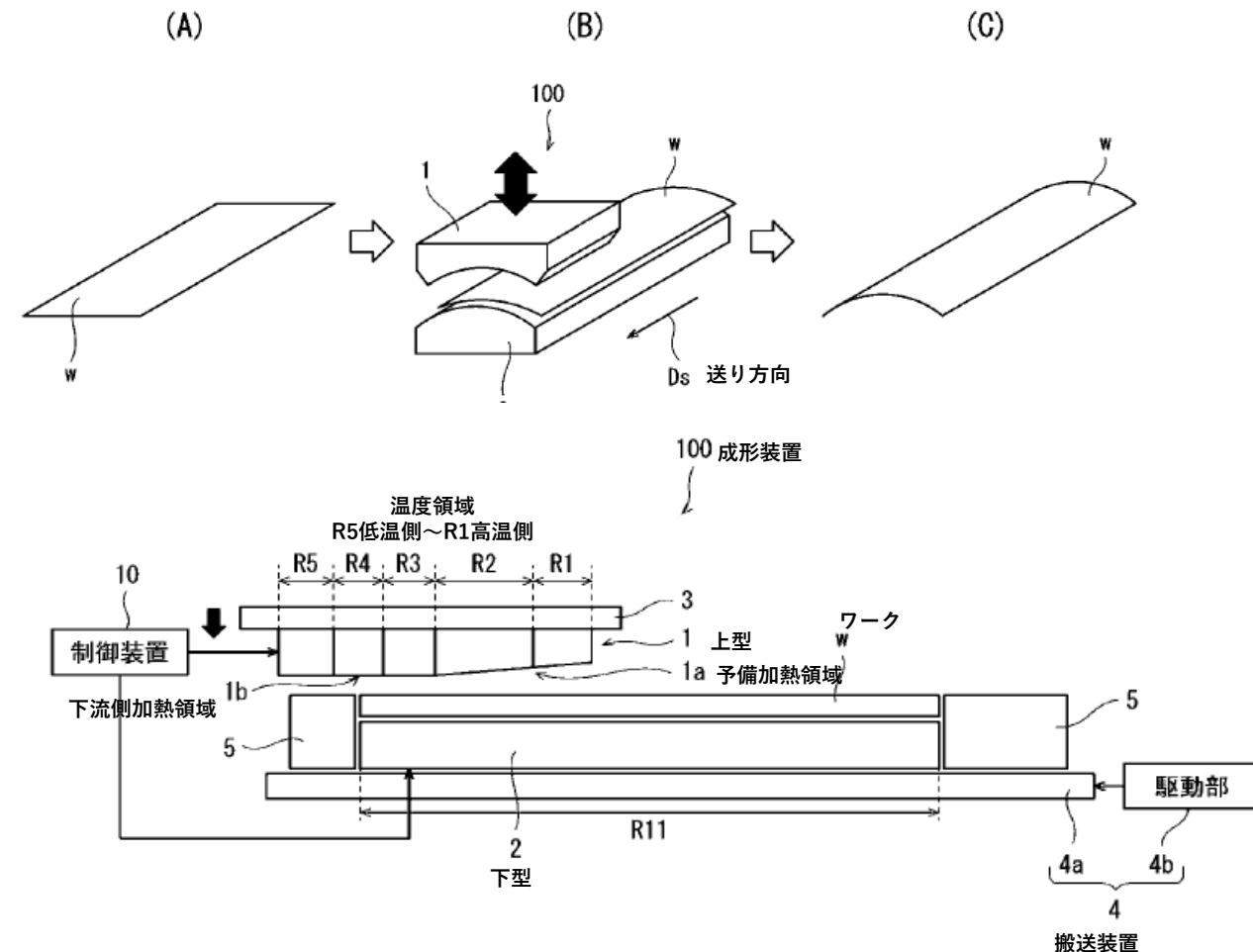
【ステータス】 審査中

【出願国】 日本、米国、欧州

【発明の概要】

【課題】 熱可塑性複合材成型における生産時間の短縮化を図ると共に、大型の被成形対象物や断面形状が変化する被成形対象物の成形を良好に行うことを目的とする。

【解決手段】 ワークWを支持する下型2が上型1に対して送り方向Dsの各部位に対する加圧を当該送り方向に順に行うことができ、温度制御された複数の温度領域が下型2において送り方向に並んで形成され、この比率が上型1と下型2の相対位置に応じて変化するので、加工工程の進行中に下型2からワークWを取り下ろすことなく、予備加熱、コンソリデーションおよび冷却の各プロセスを同時にワークWの異なる部位にそれぞれ付与することが可能となる。

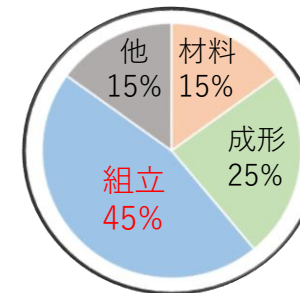
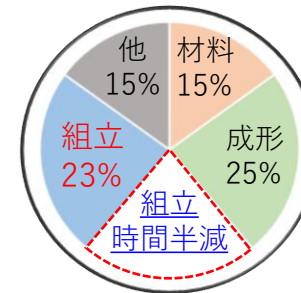
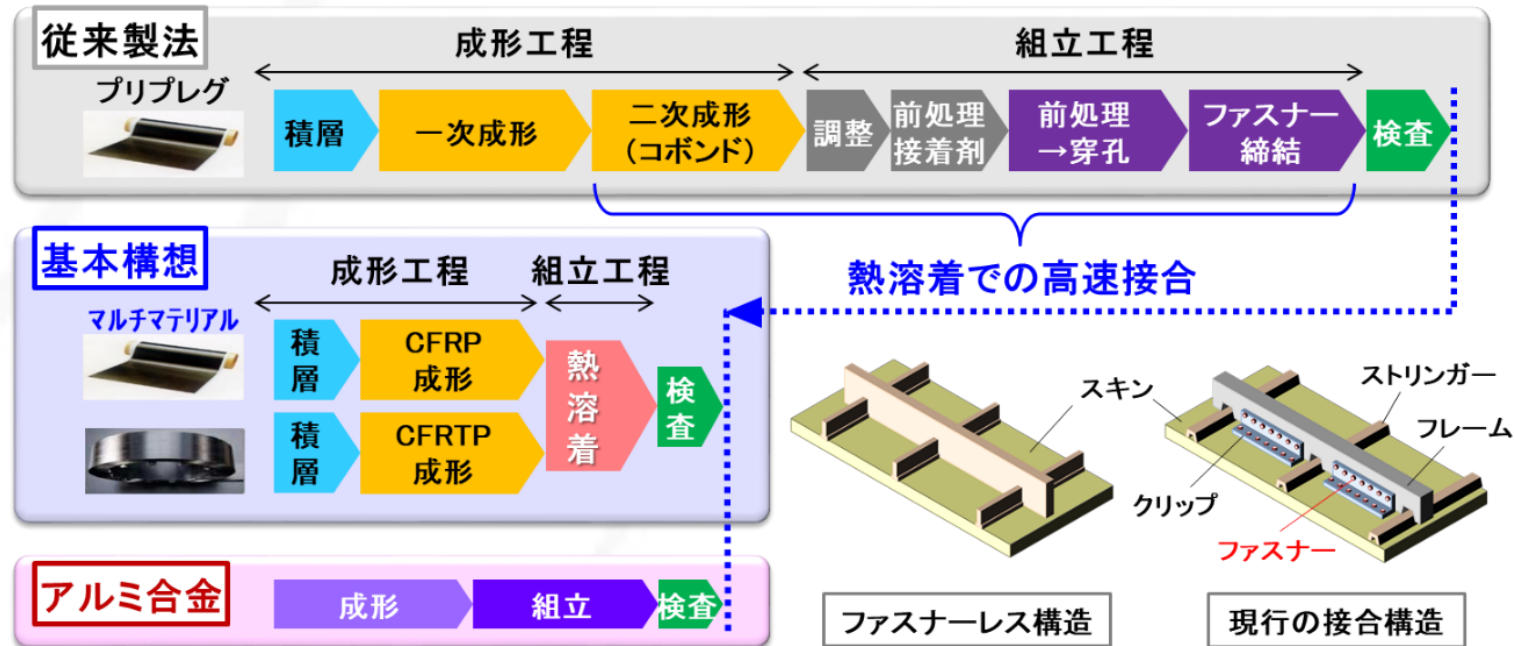


アウトプット目標の達成状況 (③東レ)

◎ 大きく上回って達成、○達成、△一部未達、×未達

研究開発項目	基本計画に記載の最終目標	成果（実績）概要 (2025年3月時点)	達成度	達成の根拠
③	・溶着できる熱可塑性CFRPの特性を活かし、大型部品同士のファスナーレス組立技術等、熱硬化性CFRPや他材料も含んだ高強度高速接合組立技術を開発する。 ・面溶着等により破壊強度30MPa以上を実現し、ファスナー使用箇所の半減および現行アルミニウム機体の組立と同等以上の生産性を可能とする技術開発を達成する。	・熱硬化性CFRP、熱可塑性CFRP、熱可塑射出材から構成される航空機構造を模擬したデモンストレーターの製作により、高強度高速接合組立技術を実証した。 ・熱可塑溶着層の種類に関わらず、ラップシア接合強度30MPa以上を達成した。 ・熱溶着接合と高速非破壊検査技術によって、現行対比約70%の工程時間短縮を実現した。	○	・開発した熱溶着可能な熱硬化性CFRPと熱可塑性CFRPおよび熱可塑射出材との高強度高速接合を実証。 ・ラップシア強度は、汎用PA系で39MPa、PEKK系で35MPaであり、いずれも目標を達成。 ・アルミ合金機体の組立工程時間は、CFRP航空機の約40%程度（東レ推定）であり、目標を達成。

アウトプット目標の達成状況 (東レ)



東レ推定コスト構成

アウトプット目標（最終目標）の達成状況

【最終目標（基本計画／実施計画書）】

①熱硬化性CFRPの熱溶着技術の確立

②破壊強度30MPa以上

③アルミ合金機体と同等以上の高レート生産の実現

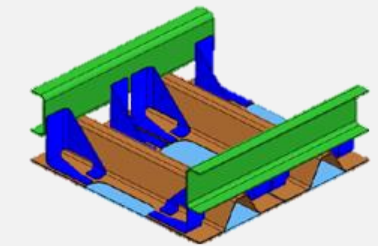
新規中間基材
(プリフォーム)
(A-2)

熱溶着システム (A-3)

現行対比約70%の工程時間短縮
(アルミは現行CFRP航空機の約40%程度 ※東レ推定)

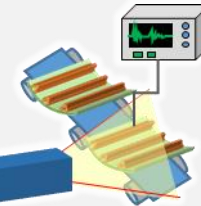
目標③達成

マルチマテリアル系構造
(A-4)



航空機構造
デモンストレーター

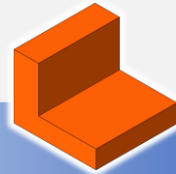
高速非破壊検査
(B-3)



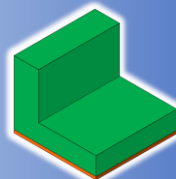
ラップシア強度
汎用PA系：39MPa
PEKK系：35MPa

目標②達成

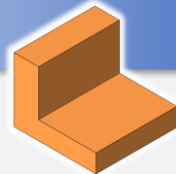
熱可塑性
CFRP



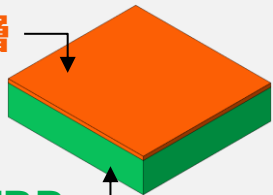
熱溶着
可能な
熱硬化性
CFRP



熱可塑
射出材



熱可塑溶着層



熱硬化性CFRP

熱溶着可能な
熱硬化性CFRP

目標①達成

接合構造設計 (A-1) 信頼性評価 (B-1、B-4) データベース構築 (B-2)

研究開発成果の副次的成果等

研究開発項目①東北大学

- 後継事業
 - ✓ NEDO「航空機向け革新複合材共通基盤技術開発事業」(2025年度～2029年度)
- 成果物(ソフトウェア)の利活用
 - ✓ TiADコンソーシアム
 - ・ ソフトウェアの利用拡大のための無償利用と維持更新のための有償利用の2つの利用法を用意
 - ・ 東北大流体研のスパコン(ハードウェア)と組み合わせた共同研究の枠組みの提供
 - ・ 教育・人材育成活動
 - 日本機械学会計算力学部門「ものづくりデジタルツイン研究会」と連携
 - キックオフシンポジウム(東北大東京オフィス、2025.2.26)
 - オンラインセミナー(2025.9.4)

研究開発成果の副次的成果等

研究開発項目②ー 1 新明和工業

技術的・経済的波及効果：

・当該事業で得られた特許技術は、**機体OEM**の次世代航空機向けフロアパネル市場において、当社が独占的な供給体制を構築することを可能とし、ひいては世界市場全体での主導的地位の確立に直結する。これにより、年間売上・輸出額の大幅な増加、関連部材メーカーへの需要拡大、といった多面的な経済的波及効果が期待され、わが国の航空機産業の国際競争力強化に大きく寄与する見通しである。

・当該事業で得られた熱可塑性複合材料に関する技術アセットは、すでに本研究開発を発展させた「熱可塑複合材エルロンの開発」において実装・活用されており、技術の展開性が確認されている。また本研究開発の成果が高く評価され、**新たな他OEMと**熱可塑性複合材料に関する共同研究が新たに開始しており、本事業で培った技術アセットを即時に展開することで、研究開発サイクルの加速・高度化が期待される。

社会的効果・人材育成：

・当該事業により実用化が加速した熱可塑性複合材フロアパネルは、①製造エネルギー使用量の低減、②機体軽量化による燃費効率化に伴ったCO₂排出量の削減、③高いリサイクル性、というライフサイクル全体にわたる環境性能を兼ね備えている。これら三つの優位性によって、航空機分野における脱炭素化と循環型社会の実現に資することが期待される。

・航空機開発は他産業に比べて長期的なサイクルを有し、技術者が開発に参画できる機会に限られる中、本事業を戦略的に活用することで、若手技術者の実践的な参画機会を大幅に拡充した。これにより、若手人材の早期育成を促進し、次世代を担う高度な専門技術者の育成基盤を強化するとともに、組織全体の技術力向上に寄与している。

研究開発成果の副次的成果等

研究開発項目②ー2 ジャムコ

技術的・経済的波及効果：

π 型形状はシートレールだけでなく Floor grid の他の部材にも適用可能であり、水平展開の可能性が高い。また、複雑な断面であり、 π 型形状での量産化ができれば、 Ω 型ストリンガーの量産化は容易にできる。自動化の為に積層装置や、検査装置を導入した場合、その工程でのノウハウが十分構築できる

社会的効果・人材育成：

金属及び熱硬化性CFRPを使用した構造部材が多かったこれまでの航空機に、熱可塑性CFRPを使用することで、高レート生産が可能となり、次世代単通路機を量産したいOEMの思惑に合致する。高レート生産により、使用されるCFRPの量は約1,000トン（10年間）と想定され、市場規模の拡大、関連企業の成長を促す。

また、重量軽減効果により、運用まで含めた20年間で約30万トンのCO2削減が可能となる。材料においてもリサイクル性が高いと言われている熱可塑性CFRPを使用することで、廃材を極限まで減らすことが可能で、環境にも大きく貢献することが可能となる。

研究開発成果の副次的成果等

研究開発項目②ー 3 川崎重工業

技術的・経済的波及効果：

開発した技術を様々な航空機構造への適用を目指すと共に、航空機以外への適用も目指す
国内産業への幅広い波及効果を期待

- 本研究成果は、民間航空機構造のみでなく、将来エアモビリティなど、広く適用を拡大できる可能性がある。
本事業によって得られた成果は、材料メーカー、装置メーカー等の関連企業にも広く知見をもたらすため、航空機の機体メーカーのみならず航空機産業全体、さらには鉄道車両や自動車、建築物等、国内産業へ幅広い波及が期待される。

社会的効果・人材育成：

- 本研究開発を通じて、国内パートナー企業と共に、国際レベルの技術を開発し、日本の複合材技術力をアピールできた。
- また、若手技術者が、失敗も含めて様々な試作や評価を経験することで、実践的育成を推進できた。



特許出願及び論文発表

※2025年7月末現在

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
特許出願（うち外国出願）	0	2	6(3)	6(3)	2	16(6)
論文	4	3	6	2	2	17
研究発表・講演	14	16	20	21	29	100
受賞実績	0	3	2	1	3	9
新聞・雑誌等への掲載	0	6	8	4	5	23
展示会への出典	0	0	2	3	8	13

（東北大学、川崎重工業、新明和工業、ジャムコ、東レの合計数）

< 評価項目 3 > マネジメント

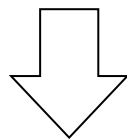
(1) 実施体制

(※) 受益者負担の考え方 (※)は評価対象外

(2) 研究開発計画

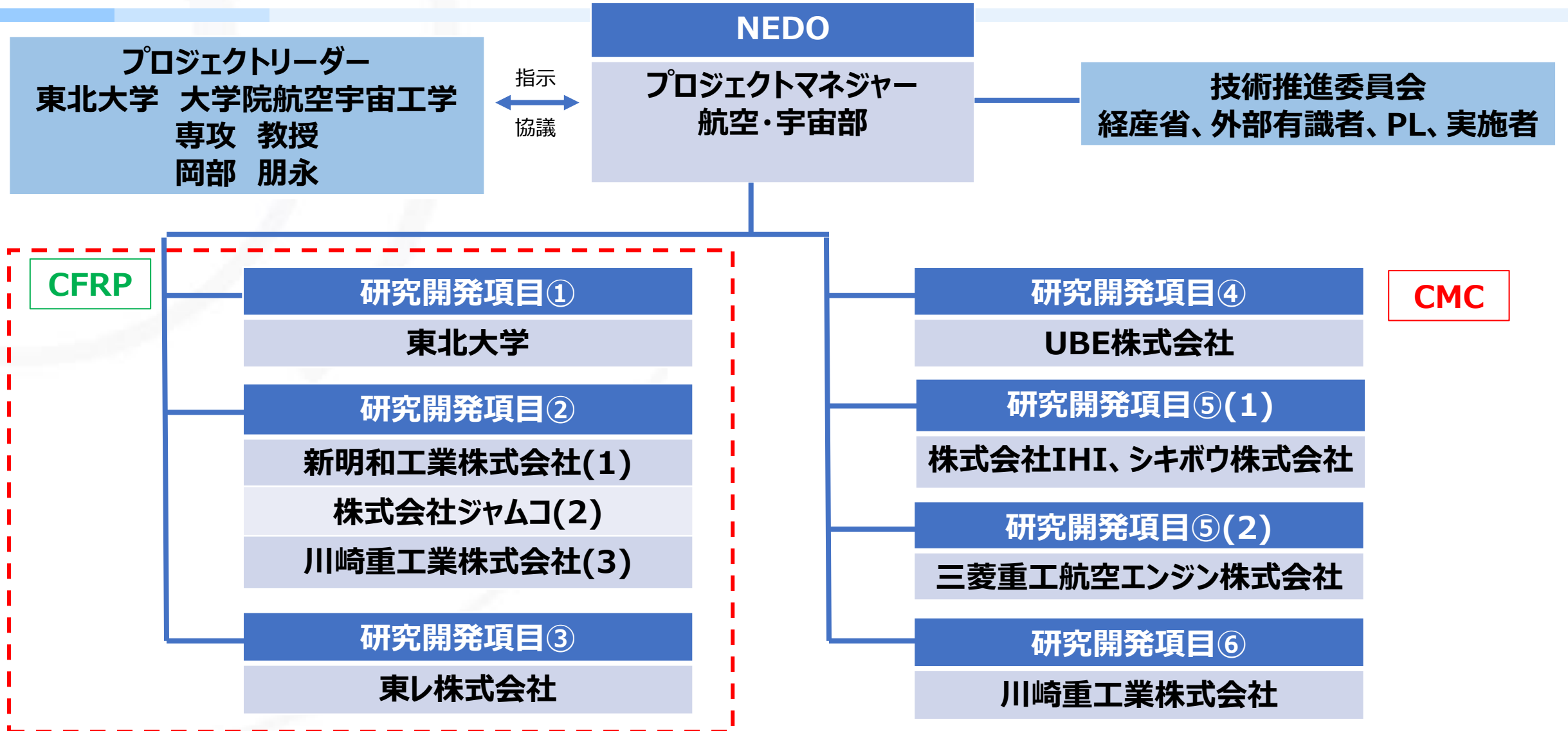
NEDOが実施する意義

- ・本プロジェクトの狙いは、産業構造の裾野が広い航空機産業の国際競争力を維持・拡大し、これらを他産業分野へ波及させることにより、輸送機器をはじめとした様々な分野における製品の高付加価値化を進めることで日本の主要産業の競争力を強化し、新たな産業創成を目指すものであることから、NEDOのミッションと合致する。
- ・素材開発から材料、部材と航空機に採用されるまでには長い研究開発期間を要するためリスクが大きい。
- ・単独企業での開発ではなく産学官の密接な連携の下で激化する厳しい国際的な産業競争に勝つ必要がある。

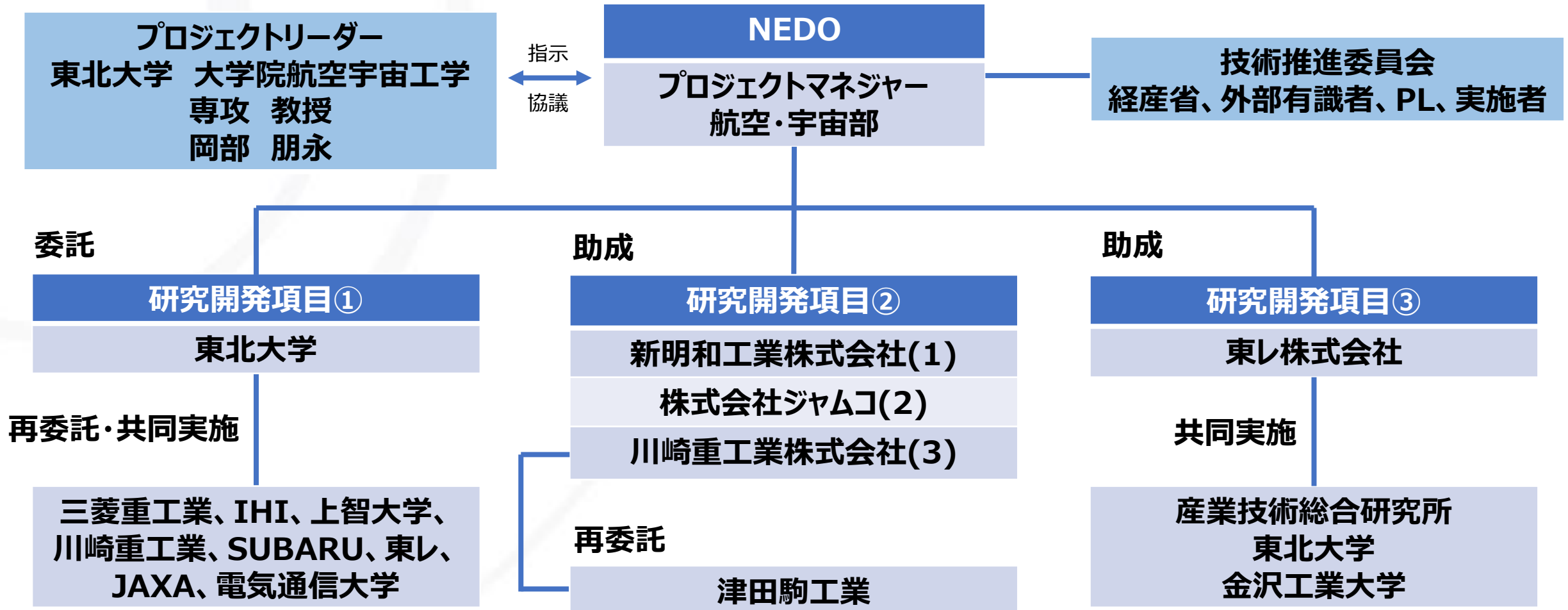


NEDOが保有する知識・実績を活かして推進すべき事業

実施体制 (①～⑥PJ全体)



実施体制 (①～③CFRP事業)



個別事業の採択プロセス

1. 対象：研究開発項目「次世代複合材創製・成形技術開発①」

2. 公募：2020年

・公募予告（2/7）⇒公募（3/10）⇒公募〆切（4/20）

3. 採択：2020年

・採択審査委員会（5/1）

・審査項目：NEDOの標準的採択審査項目で実施した。

①提案者の評価（事業遂行能力の適合性、実施体制の妥当性）

②提案内容の評価（技術開発計画の妥当性、優位性・新規性、実現可能性）

③成果の実用化（実用化・事業化計画の妥当性、優位性）

・採択条件

成果の検証方法並びに成果が「様々な機体設計に活かされる」ための道筋を明確にすること。参加各機関の役割と連携を実施計画書に明示すること。現状の提案内容を維持し、公募の事業規模に見合った内容に予算を見直すこと。

・留意事項

研究の健全性・公平性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した。

1. 対象：研究開発項目「次世代複合材創製・成形技術開発②③」

2. 公募：2020年

・公募予告（4/27）⇒公募（5/26）⇒公募〆切（6/26）

3. 採択：2020年

・採択審査委員会（7/9）

・審査項目：NEDOの標準的採択審査項目で実施した。

①提案者の評価（事業遂行能力の適合性、実施体制の妥当性）

②提案内容の評価（技術開発計画の妥当性、優位性・新規性、実現可能性）

③成果の実用化（実用化・事業化計画の妥当性、優位性）

・採択条件

（新明和）：実現可能性の精査のために1年目及び3年目の指標を定量化し、加えて事業化計画を具体化すること。その上で単年度の交付決定とし、2年目以降の継続はNEDOの技術推進委員会で研究進捗状況及び成果等を判断し、3年目まで延長するものとする。

（ジャムコ）：なし

（川崎重工業）：現状の提案内容を精査し、公募の事業規模に見合った内容に予算及び研究体制を見直すこと。

（東レ）：なし

・留意事項

研究の健全性・公平性の確保に係る取組；公募の際にその他の研究費の応募・受入状況を確認し、不合理な重複及び過度の集中がないか確認した。

研究データの管理・利活用

■研究データの管理

- ・ ①の事業者である東北大学は、②、③の事業者とも連携して、航空機材料に関するデータベース（プラットフォーム）を構築
- ・ 東北大学は、研究項目ごとに、再委託先（共同実施先）との間で、知財とデータを合体させた「知財及びデータの取り扱いについての合意書」を締結
- ・ 合意書においては、成果の活用のために必要な知的財産及びデータの取扱いについて定めることにより、本プロジェクトを円滑に遂行し、その成果を事業活動において効率的に活用することを目的としている。

■研究データの利活用

後継プロジェクト「航空機向け革新複合材共通基盤技術開発事業(2025-2029)」において、成形プロセスデータの収集、解析、シミュレーションを行い、プラットフォームをさらに発展させ、事業者が広く利活用できるよう検討中

受益者負担（NEDO負担分）

（実績ベース、単位：百万円）

研究開発項目		補助率	2020 年度	2021 年度	2022 年度	2023 年度	2024 年度	合計
①東北大学「複合材時代の理想機体構造を実現する機体設計技術の開発」		100%	110	127	123	125	125	610
②「熱可塑性CFRPを活用した航空機用軽量機体部材の高レート成形技術の開発」	新明和工業株式会社	50%	39	42	30	46	41	198
	ジャムコ株式会社	67%	49	22	58	132	113	374
	川崎重工業株式会社	50%	184	196	200	200	200	980
③東レ株式会社「航空機部品における複合部材間および他材料間の高強度高速接合組立技術の開発」		50%	90	258	320	204	231	1,103
合 計			472	645	731	707	710	3,265

研究開発のスケジュール

CFRP

研究開発項目	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	2025FY
研究開発項目① ①東北大学	①複合材時代の理想機体構造を実現する機体設計技術の開発					終了時 評価
			中間評価			
研究開発項目②③ ②新明和工業 ジャムコ 川崎重工業 ③東レ	②熱可塑性CFRPを活用した航空機用軽量機体部材の高レート成形技術の開発 ③航空機部品における複合部材間および他材料間の高強度高速接合組立技術の開発					
研究開発項目	2020FY	2021FY	2022FY	2023FY	2024FY	2025FY
研究開発項目④⑤⑥ (助成事業) (CMC) ④UBE ⑤(1)IHI/シボウ ⑤(2)三菱重工航空エンジン ⑥川崎重工業	④超高性能SiC繊維の品質安定性向上に向けた開発			終了時 評価		
	⑤(1)1400℃級CMC材料の実用化研究開発					
	⑤(2)1400℃級CMC材料の実用化研究開発					
	⑥高レート・低コスト生産可能なCMC材料及びプロセス開発					

進捗管理

名称	参加者	目的	開催頻度
来期計画説明会	事業者 →PL及びNEDOへ説明	各年度末に次年度計画を確認し、方針決定する	年1回
技術委員会 & サイト ビジット	PL及びNEDO →事業者を訪問	研究開発の進捗状況の確認及び現場にて技術者と 意見交換する 助成先の委託先もPLと訪問し意見交換	年数回
予算執行状況調査	事業者 →NEDOに書面提出	研究開発が計画通り実施されているか予算面から 確認する	毎月
四半期報告会	NEDO担当者 →NEDO担当理事に報告	NEDO担当理事に懸案事項/課題解決状況を報告す る	四半期毎
技術推進委員会	事業者 →技術推進委員,経産 省,PL,NEDOへ説明	外部有識者と研究開発の方向性を議論する	年1回 程度

進捗管理：中間評価結果への対応

＜中間評価での主な指摘事項と対応＞

	問題点・改善点・今後への提言	対応したこと
1	事業者間の横連携 ①の委託事業者と②、③の補助事業者の関係性をより相互理解が進むように改善した方がよいと思われる。また、①の成果である熱可塑性CFRPのシミュレーションツールをプラットフォーム化することが必要と思われる	①の事業者である東北大学は、2024年10月1日にTiADコンソーシアムを立ち上げ、研究成果であるシミュレーションツールを普及させることで、事業者間の相互理解が進むような環境を整えた。
2	成果の情報発信 成果を社会実装に近づけまた取り組みの理解を得るための研究発表や展示会出展等が少ないため、より積極的な発信が必要と思われる	事業者に対して積極的な成果の発信を促し、研究発表10件、新聞・雑誌等の掲載23件、展示会への出展13件などを行った。
3	知財戦略が足りない 成果をノウハウとして個社が保持したいのは理解するが、日本の航空産業が国際的な競争力を高めるためにより連携する必要があると思われる	①の事業者である東北大学は、研究項目ごとに再委託先（共同実施先）との間で「知財及びデータの取り扱いについての合意書」を締結し、合意書に基づいて設置された知財委員会において、内容を審議している。

進捗管理：動向・情勢変化への対応

日々の実施者とのコミュニケーションや情報収集を通じて動向・情勢の把握を行い、**必要な計画の見直しがないか、NEDOから積極的に働きかけを行い、計画変更を柔軟・迅速に実施。**

■事業開始時に想定しなかった社会情勢への対応

2021年度頃の国際的な「半導体不足」により設備や機材の納期遅延問題が発生したが、予算配分の見直しなど計画変更を適宜実施し、最終目標に影響しないように対応した。

進捗管理：成果普及への取り組み

成果普及への取り組み



nano tech 2024 (ビッグサイト)
NEDOブースにてパネル紹介

https://www.nedo.go.jp/events/EF_100167.html



**TiAD コンソーシアム
オンラインセミナー**

主催：東北大学流体科学研究所航空機計算科学センター

2025.9.4(木) 13:00-17:00
申込締切 8/25(月) オンライン開催(ZOOM)

参加 無料

TiAD コンソーシアム

- 東北大学流体科学研究所航空機計算科学センターに、NEDO 航空機 CAE プロジェクト成果の社会実装を目指す。CAE を DX につなげる活動を行う TiAD コンソーシアムを設置
- NEDO プロジェクトでは、理想機体設計に向けた (Toward Ideal Aircraft Design, TIAD) 熱可塑性 CFRP 機体統合設計システム (TIAD-CFRTP AI) を開発
- AI ベースの多目的最適化により航空機 CAE を機体設計に活かす革新的技術が結実
- TIAD-CFRTP ツール群を監理して、TIAD-DX ツールとして航空機産業以外にも提供
- 成果の概要をセミナー形式で紹介
- コンソーシアムの参加費は無料、メンバー加入申請募集中！

コンソーシアムメンバー加入申請サイト
<https://forms.gle/9Wd5XU7GvUvB5145>

TiAD コンソーシアム HP <https://www.ifs.tohoku.ac.jp/~nedocae/cons/>
航空機計算科学センター <https://www.ifs.tohoku.ac.jp/~ifs/>
NEDO CAE II プロジェクト HP https://www.ifs.tohoku.ac.jp/~nedocae/index_project2.html

本事業の成果を広く普及させるため、事業者の東北大学は2024年10月1日にTiADコンソーシアムを設立し、これまで**2回のシンポジウム、セミナーを開催**している。参加者は航空産業に限らず幅広い産業、学術・学会に渡っており、今後は**後継事業で開設が予定されているNEDO講座ともコラボレーション**することで、成果の普及をより進めて行く